I Erläuterungen

Voraussetzungen gemäß KCGO und Abiturerlass in der für den Abiturjahrgang geltenden Fassung

Standardbezug
Die nachfolgend ausgewiesenen Kompetenzen sind für die Bearbeitung der jeweiligen Aufgabe besonders bedeutsam. Darüber hinaus können weitere, hier nicht ausgewiesene Kompetenzen für die Bearbeitung der Aufgabe nachrangig bedeutsam sein, zumal die Kompetenzen in engem Bezug zueinander stehen. Die Operationalisierung des Standardbezugs erfolgt in Abschnitt II.

Aufgabe	Kompetenzen									
	F1	F2	E1	E2	E3	K1	K2	K3	B1	B2
1.1	X			X			X			
1.2		X		X						
1.3		X	X					X		
2.1			X			X			X	
2.2			X			X	X			
2.3		X	X							
3.1		X						X		
3.2		X	X							
3.3		X								
4.1		X						X		
4.2		X								
4.3		X								

Inhaltlicher Bezug
Q1: Elektrisches und magnetisches Feld
verbindliche Themenfelder: Elektrisches Feld (Q1.1), Magnetisches Feld (Q1.2), Induktion (Q1.3)

II Lösungshinweise und Bewertungsraster

In den nachfolgenden Lösungshinweisen sind alle wesentlichen Gesichtspunkte, die bei der Bearbeitung der einzelnen Aufgaben zu berücksichtigen sind, konkret genannt und diejenigen Lösungswege aufgezeigt, welche die Prüflinge erfahrungsgemäß einschlagen werden. Lösungswege, die von den vorgegebenen abweichen, aber als gleichwertig betrachtet werden können, sind ebenso zu akzeptieren.
Bei den Ergebnissen numerischer Rechnungen ist zu berücksichtigen, dass in der Physik Messwerte und sich daraus ergebende Rechenergebnisse immer nur im Rahmen der Messgenauigkeit korrekt sind und gerundete Werte darstellen. Geringe Abweichungen von den in den Lösungshinweisen angegebenen Werten sind daher zu akzeptieren.
Bei den unten angegebenen Lösungen werden für Naturkonstanten die im Taschenrechner vorhandenen Werte verwendet. Zwischen- und Endergebnisse sind sinnvoll gerundet angegeben.
Für weitere Rechnungen mit diesen Zwischenergebnissen werden nicht die gerundeten, sondern die im Taschenrechner gespeicherten Werte verwendet, damit Rundungsungenauigkeiten nicht kumulieren.

Aufg.	erwartete Leistungen	BE
1.1	<u>Erklären:</u> Aufgrund ihrer Bewegung erfahren die Elektronen im Magnetfeld eine Lorentz-Kraft $\vec{F}_L$. Sie werden in diesem Fall zur oberen Seite des Leiterplättchens abgelenkt. Dort entsteht ein Elektronenüberschuss, an der unteren Seite ein Elektronenmangel. Diese Ladungsverschiebung erzeugt im Leiter ein elektrisches Feld, dessen Feldkraft $\vec{F}_{el}$ auf die Elektronen entgegengesetzt zur Lorentz-Kraft wirkt. Die Ladungstrennung erreicht einen Gleichgewichtszustand, wenn die elektrische Feldkraft $\vec{F}_{el}$ die Lorentz-Kraft $\vec{F}_L$ gerade aufhebt. Die dabei auftretende Spannung zwischen P1 und P2 ist die Hall-Spannung U_H.	4
	<u>Zeichnen und angeben:</u> P1 ist der negative und P2 der positive Pol der Hallspannung. *Unterschiedliche Längen der Kraftpfeile sind ebenfalls zu akzeptieren.*	4
1.2	<u>Zeigen:</u> Im Gleichgewichtszustand gilt $F_{el} = F_L$. Da $\vec{v} \perp \vec{B}$, gilt weiter $e \cdot E = e \cdot v \cdot B$ bzw. $e \cdot \frac{U_H}{h} = e \cdot v \cdot B$. Damit ergibt sich $U_H = B \cdot v \cdot h$ oder $U_H \sim B$, da v und h konstant sind.	3
1.3	<u>Erläutern:</u> Durch Messung einer Hallspannung U_H bei bekannter Flussdichte B_{kal} kann die Proportionalitätskonstante $k = \frac{U_H}{B_{kal}}$ bestimmt werden. Die unbekannte Flussdichte B kann dann mittels $B = \frac{U_H}{k}$ bestimmt werden. *Alternative Lösung:* *In einem Magnetfeld mit bekannter Flussdichte B_{kal} wird die erzeugte Hall-Spannung U_H gemessen. Auf der Skala des Voltmeters wird dieser Spannungswert mit dem Wert von B_{kal} beschriftet. Die Skala wird dann in gleich große Abschnitte eingeteilt und mit den entsprechenden Bruchteilen der bekannten Flussdichte B_{kal} beschriftet.*	3

Aufg.	erwartete Leistungen	BE

2.1

Bestätigen:
Man verwendet die Messungen Nr. 1, 2 und 3, da l bei diesen konstant ist.

Messung Nr.	1	2	3
$\frac{B}{I}$ in $\frac{\text{mT}}{\text{A}}$	0,505	0,500	0,503

$\frac{B}{I}$ ist in guter Näherung konstant, also $B \sim I$.

BE: 3

2.2

Untersuchen:
Man verwendet die Messungen Nr. 3, 4 und 5, da bei diesen I konstant ist.

Messung Nr.	3	4	5
$\frac{1}{l}$ in $\frac{1}{\text{m}}$	1,67	2,50	3,33
B in mT	2,01	3,02	4,02

Der Graph ist Teil einer Ursprungsgeraden. Daher gilt $B \sim \frac{1}{l}$.

BE: 4

2.3

Angeben:
$B = k \cdot \frac{I}{l}$. (1)

BE: 1

Ermitteln:
Für die Flussdichte einer langen Spule gilt $B = \mu_0 \cdot N \cdot \frac{I}{l}$.
Der Vergleich mit (1) ergibt $k = \mu_0 \cdot N$.
Mit den Werten aus Messung Nr. 3 erhält man nach Umstellung

$$\mu_0 = \frac{k}{N} = \frac{B \cdot l}{N \cdot I} = \frac{2{,}01 \cdot 10^{-3}\,\text{T} \cdot 0{,}60\,\text{m}}{240 \cdot 4{,}00\,\text{A}} = 1{,}26 \cdot 10^{-6}\,\frac{\text{Vs}}{\text{Am}}.$$

Die Angabe von μ_0 in einer anderen korrekten Einheit ist ebenfalls zu akzeptieren.

BE: 3

Aufg.	**erwartete Leistungen**	**BE**
3.1	<u>Angeben und begründen:</u> Gemäß der Drei-Finger-Regel der linken Hand müssen die Elektronen im unteren Abschnitt der Spule S1 von links nach rechts fließen, damit eine Kraft nach unten entsteht. Sie müssen also vom Anschluss A zum Anschluss B fließen. Am Anschluss A liegt folglich der Minuspol, am Anschluss B der Pluspol.	4
3.2	<u>Herleiten:</u> Für die in Spule S2 erzeugte magnetische Flussdichte gilt $B = \mu_0 \cdot N_2 \cdot \frac{I}{l_2}$. (1) Die untere Seite von S1 erfährt in B_2 die Kraft $F = N_1 \cdot B \cdot d_1 \cdot I$. (2) Man setzt (1) in (2) ein und erhält $F = \mu_0 \cdot N_1 \cdot N_2 \cdot \frac{d_1}{l_2} \cdot I^2$. Da μ_0, N_1, N_2, d_1 und l_2 konstante Größen sind, gilt $F = k \cdot I^2$.	3
	<u>Berechnen:</u> $k = \mu_0 \cdot N_1 \cdot N_2 \cdot \frac{d_1}{l_2} = \mu_0 \cdot 100 \cdot 16000 \cdot \frac{5{,}0\,\text{cm}}{48{,}0\,\text{cm}} = 0{,}21\frac{\text{N}}{\text{A}^2}$	2
3.3	<u>Berechnen:</u> $F_1 = F_2 = 0{,}21\frac{\text{N}}{\text{A}^2} \cdot (5{,}0\,\text{A})^2 = 5{,}24\,\text{N}$ $F_\text{R} = \sqrt{F_1^2 + F_2^2} = F_1 \cdot \sqrt{2} = 5{,}24\,\text{N} \cdot \sqrt{2} = 7{,}40\,\text{N}$ $\vec{F}_1$ $\vec{F}_2$ $\vec{F}_\text{R}$ *Die Skizze muss nicht gezeichnet werden.*	3

Aufg.	erwartete Leistungen	BE
4.1	<u>Begründen:</u> Durch die Bewegung des unteren Abschnitts der Spule S1 mit der konstanten Geschwindigkeit v_1 entsteht eine konstante Induktionsspannung, die wegen des geschlossenen Stromkreises einen konstanten Strom I in S1 hervorruft. Nach der Lenz'schen Regel ist das durch diesen Strom erzeugte Magnetfeld so gerichtet, dass es einer Abnahme des magnetischen Flusses in S1 entgegenwirkt. Daher fließen die Elektronen gegen den Uhrzeigersinn durch S1. Nach der Drei-Finger-Regel der linken Hand erfahren die Elektronen im unteren Abschnitt der Spule eine konstante Kraft $\vec{F}_1$ nach unten. Der Kraftmesser zeigt also $F = F_G + F_1 > F_G$ an. *Eine Argumentation mithilfe der Lorentz-Kraft ist ebenfalls zu akzeptieren.*	4
4.2	<u>Herleiten:</u> Für die induzierte Spannung gilt $U_i = N_1 \cdot B \cdot v_1 \cdot d_1$. (1) Für den induzierten Strom gilt $I_i = \frac{U_i}{R}$. (2) Für den Betrag der zusätzlich angezeigten Kraft gilt $F_{zus} = N_1 \cdot B \cdot d_1 \cdot I_i$. (3) Man setzt (1) in (2) ein und (2) in (3) und erhält $F_{zus} = N_1 \cdot B \cdot d_1 \cdot \frac{N_1 \cdot B \cdot v_1 \cdot d_1}{R} = N_1^2 \cdot B^2 \cdot d_1^2 \cdot \frac{v_1}{R}$	4
	<u>Berechnen:</u> $F_{zus} = N_1^2 \cdot B^2 \cdot d_1^2 \cdot \frac{v_1}{R} = 100^2 \cdot \left(0{,}45\,\mathrm{T}\right)^2 \cdot \left(0{,}05\,\mathrm{m}\right)^2 \cdot \frac{0{,}04\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}}{12\,\Omega} = 0{,}017\,\mathrm{N}$.	1
4.3	<u>Bestätigen:</u> $E_{el} = U_i \cdot I_i \cdot t = \frac{U_i^2}{R} \cdot t$ Setzt man $t = \frac{s}{v_1}$ und $U_i = N_1 \cdot B \cdot v_1 \cdot d_1$ ein, so erhält man $E_{el} = \frac{N_1^2 \cdot B^2 \cdot v_1^2 \cdot d_1^2}{R} \cdot \frac{s}{v_1} = N_1^2 \cdot B^2 \cdot d_1^2 \cdot \frac{v_1}{R} \cdot s$. Mit $F_{zus} = N_1^2 \cdot B^2 \cdot d_1^2 \cdot \frac{v_1}{R}$ aus Aufgabe 4.2 folgt $E_{el} = F_{zus} \cdot s = W_{m,zus}$.	4
	Summe	**50**

III Bewertung und Beurteilung

Die Bewertung und Beurteilung erfolgt unter Beachtung der nachfolgenden Vorgaben nach § 33 der Oberstufen- und Abiturverordnung (OAVO) in der jeweils geltenden Fassung. Bei der Bewertung und Beurteilung der sprachlichen Richtigkeit in der deutschen Sprache sind die Bestimmungen des § 9 Abs. 12 Satz 3 OAVO in Verbindung mit Anlage 9b anzuwenden.

Bei der Bewertung und Beurteilung der Übersetzungsleistung in den Fächern Latein und Altgriechisch sind die Bestimmungen des § 9 Abs. 14 OAVO in Verbindung mit Anlage 9c anzuwenden.

Der Fehlerindex ist nach Anlage 9b zu § 9 Abs. 12 OAVO zu berechnen. Für die Ermittlung der Punkte nach Anlage 9a zu § 9 Abs. 12 OAVO sowie Anlage 9c zu § 9 Abs. 14 OAVO wird jeweils der ganzzahlige nicht gerundete Prozentsatz bzw. Fehlerindex zugrunde gelegt.

Für die Bewertung in den modernen Fremdsprachen ist der „Erlass zur Bewertung und Beurteilung von schriftlichen Arbeiten in allen Grund- und Leistungskursen der neu beginnenden und fortgeführten modernen Fremdsprachen in der gymnasialen Oberstufe, dem beruflichen Gymnasium, dem Abendgymnasium und dem Hessenkolleg“ vom 7. August 2020 (ABl. S. 519) zugrunde zu legen. Demnach erfolgt die Bewertung und Beurteilung mit der Maßgabe, dass lediglich bei der Ermittlung des Prüfungsergebnisses (Note) aus Prüfungsteil 1 und 2 gerundet wird.

Darüber hinaus sind die Vorgaben der Erlasse „Hinweise zur Vorbereitung auf die schriftlichen Abiturprüfungen (Abiturerlass)“ und „Durchführungsbestimmungen zum Landesabitur“ in der für den Abiturjahrgang geltenden Fassung zu beachten.

Im Fach Physik besteht die Prüfungsleistung aus der Bearbeitung je eines Vorschlags aus den Aufgabengruppen A und B, wofür insgesamt maximal 100 BE vergeben werden können. Ein Prüfungsergebnis von **5 Punkten (ausreichend)** setzt voraus, dass mindestens 45% der zu vergebenden BE erreicht werden. Ein Prüfungsergebnis von **11 Punkten (gut)** setzt voraus, dass mindestens 75% der zu vergebenden BE erreicht werden.

Gewichtung der Aufgaben und Zuordnung der Bewertungseinheiten zu den Anforderungsbereichen

Aufgabe	**Bewertungseinheiten in den Anforderungsbereichen**			**Summe**
	AFB I	**AFB II**	**AFB III**	
1	4	10		**14**
2	2	9		**11**
3	7	1	4	**12**
4	2	5	6	**13**
Summe	**15**	**25**	**10**	**50**

Die auf die Anforderungsbereiche verteilten Bewertungseinheiten innerhalb der Aufgaben sind als Richtwerte zu verstehen.